

RECHERCHES NOUVELLES SUR LA CAUSE DU MOUVEMENT SPIRAL DES TIGES VOLUBILES,  
par **M. Isidore LÉON.**

TROISIÈME PARTIE (suite et fin) (1).

Il semblerait que les mailles des tissus ont un agencement, un mode d'agrégation qui les fait réagir les uns sur les autres dans un sens déterminé, mais différent selon le mode d'application de la force qui les sollicite. C'est ce qu'on remarque dans les planures de bois menuisé; elles s'enroulent en dedans ou en dehors, selon que le rabot prend le bois *de fil* ou *contre-fil*; à gauche ou à droite, suivant que l'outil forme avec le sens longitudinal des fibres de la planche un angle ouvert ou aigu, ce qui arrive lorsque le parallélisme entre le plan de sciage et la direction des fibres s'est dévié.

Cet effet s'observe encore sur les corps bruts, sur les feuilles de métal, de tôle par exemple; la cisaille qui tranche des lanières de ces lames métalliques, les fait enrouler en spirales régulières, à droite ou à gauche, selon l'arrangement que leurs molécules ont pris sous le laminoir et selon le sens de la réaction que l'outil leur imprime.

Dans les organes appendiculaires transformés en vrille, la torsion se confond avec l'enroulement, ou plutôt le produit par son énergie. Dans ces organes, en effet, qu'on peut considérer morphologiquement comme des segments de tiges, il y a beaucoup d'analogie avec les lanières détachées d'un axe végétal. Ces organes, généralement très grêles, jouissent d'une grande flexibilité. Leur enroulement est variable et presque arbitraire, comme celui des lanières. Il en est de même des organes axiles nus, cirri-formes, tels que les pédoncules du *Vallisneria spiralis*, du *Ruppia maritima*, et les hampes des *Cyclamen*.

J'ai soumis les vrilles aux mêmes expériences d'endosmose que les méritalles.

Les deux côtés externe et interne d'une vrille de Citrouille, jeune et non enroulée, isolés et placés dans l'eau, se sont enroulés en dehors, l'un à droite, l'autre à gauche.

La même expérience répétée a donné trois fois un enroulement symétrique des deux lanières avec un changement de spirale correspondant.

J'ai mis dans l'eau, après les avoir isolés, les deux côtés intérieur et extérieur d'une vrille de Citrouille enroulée. Le côté intérieur a resserré ses spires, le côté extérieur les a déroulées et enroulées ensuite en sens contraire.

Placées dans l'eau sucrée, les sections de vrilles enroulées en dehors

(1) Voyez la première partie, plus haut, p. 351; la deuxième partie, p. 610; et le commencement de la troisième partie, p. 624.

dans l'eau pure se déroulèrent et s'étendirent. Remises dans l'eau, elles s'enroulèrent de nouveau en dehors avec vivacité.

Plongées en premier lieu dans l'eau sucrée, il n'y eut pas de courbure prononcée des sections longitudinales de vrilles. Retirées du sirop et mises dans l'eau, l'enroulement fut rapide.

Il résulte de ces expériences que, de même que les lanières des tiges, les vrilles ont une torsion inconstante dans sa direction, avec un antagonisme dans les tendances des deux côtés intérieur et extérieur de leurs spirales. Les unes et les autres subissent l'influence de l'inégalité de volume de leurs cellules composantes.

Mais un phénomène particulier qui apparaît dans ces expériences a été déjà signalé sans avoir été peut-être convenablement étudié. Je veux parler des changements alternatifs du sens de la spirale, que présentent certaines vrilles.

De Candolle cite, d'après Ampère, la Bryone (*Bryonia dioica*), comme offrant ceci de tout spécial qu'elle tourne en deux sens opposés à la base et au sommet, et change de direction au milieu de sa longueur, « à un point qui paraît un peu tuberculeux. »

Dutrochet a reconnu que ce changement de direction n'est pas unique dans les vrilles de la Bryone; elles offrent des spirales successives dont le sens est alternativement de droite à gauche et de gauche à droite. Mais d'après lui, la Bryone serait le seul végétal de nos climats qui offre ce phénomène, dont la cause organique est inconnue.

J'ai effectivement reconnu moi-même dans les vrilles de la Bryone jusqu'à sept et huit changements alternatifs de spirales. Mais cette plante, dont les vrilles longues et déliées sont très favorables à la manifestation de ce phénomène, n'est pas la seule sur laquelle on puisse l'observer. J'ai très fréquemment rencontré le même fait chez le Melon, la Citrouille et le Concombre; et je suis d'autant plus disposé à croire que toutes les plantes à vrilles longues et grêles le présentent, que je l'ai aussi observé, quoique avec moins d'évidence, dans la Vigne.

J'ai cherché à voir comment se formaient ces spirales inverses. Ayant remarqué qu'elles ne se dessinaient bien que lorsque le sommet des vrilles était fixé à un support, je plaçai le sommet des vrilles de Melon et de Citrouille en contact avec des brindilles fixées en terre, et par une surveillance attentive, je m'assurai que l'enroulement inverse de deux spirales voisines était simultané. La vrille se courbe d'abord dans une partie de son étendue, et cette courbure tend à se prononcer, à se resserrer en un point en demi-cercle. Cet arc de cercle devient alors le centre d'un mouvement rotatoire très lent, mais qui, insensiblement, tord les deux côtés opposés à cet arc mobile et leur fait décrire à chacun une spirale, qui, bien que dérivant de la même impulsion, se dessine en sens inverse; le point d'applica-

tion de la force qui sollicite l'enroulement des parties opposées agissant aussi à gauche sur l'une, à droite sur l'autre.

Je puis indiquer un moyen plus prompt de vérification du mouvement que je viens de décrire. C'est de tenir dans l'eau par ses deux extrémités une jeune vrille de Bryone, ou mieux sa moitié longitudinale. On voit sur-le-champ se former par un seul mouvement les spirales inverses.

Le point de ce changement de direction, qui se marque par un demi-anneau, m'a offert, examiné au microscope, des cellules plus grosses sur les côtés, dans le sens du plus grand diamètre, que vers le centre de la section transversale. Dans les spires, au contraire, les plus grosses cellules paraissent se localiser vers le centre de la section. Mais l'ordonnance de cette inégalité n'est pas toujours à ce point tranchée que le point de départ d'un changement de direction puisse être reconnu d'avance sur une vrille.

Ces changements de direction des spirales des vrilles examinés extérieurement, semblent dus à des inégalités par excès ou par défaut dans la flexibilité des tissus. Il suffit du moins de varier l'épaisseur des sections faites sur des vrilles qu'on soumet à l'expérience de l'endosmose pour faire naître artificiellement et à volonté ces changements de spires, qui se produisent aussi sur les lanières détachées des tiges.

J'ai montré la similitude des phénomènes de torsion des axes des tiges volubiles avec le phénomène de spirauté des vrilles. Je passe à l'examen de la cause de l'enroulement des tiges elles-mêmes.

Dutrochet a démontré la disposition anatomique à laquelle est dû le mouvement d'incurvation de suite de la lumière commun aux plantes grimpantes et volubiles. Il me paraît hors de doute, ce mouvement existant, que l'enroulement des organes appendiculaires ou axiles chez ces plantes doit dépendre des mêmes causes accompagnées des conditions organiques qui favorisent toutes les tendances à l'incurvation. Ces conditions se trouvent, outre la particularité anatomique sur laquelle j'ai cherché à appeler l'attention, dans l'extrême longueur et le faible diamètre des organes (mérithalles, pétioles, etc.) et dans les propriétés des tissus : mollesse, flexibilité, élasticité ; tous résultats d'une excitabilité dont le degré d'énergie amoindrit la fixation du carbone et les dépôts terreux (1).

Mais quels sont les ressorts du mouvement spiral des tiges ?

(1) Dans la jeunesse, l'excitabilité est encore peu prononcée ; les premiers mérithalles ne donnent pas signe de volubilité. Il est des plantes mixtes, certaines variétés de Haricots en fournissent des exemples, qui ont des rameaux volubiles et des rameaux droits à mérithalles courts et épaissis. Les tiges de la Patate (*Convolvulus Batatas*), habituellement peu flexibles et à mérithalles courts, sont rarement volubiles. Je soupçonne que les plantes grimpantes doivent leurs tiges redressées et non volubiles à des propriétés analogues combinées avec des tissus à grosses cellules relativement moins abondantes.

Je les vois dans la variation d'épaisseur et de densité des couches cellulaires et fibreuses des systèmes central et cortical.

Que l'état de jeunesse, la flexibilité des tissus ne soient pas identiques d'un côté à l'autre de la tige, cela est incontestable; c'est en quoi consiste la force d'incurvation simple.

L'action motrice des tissus, après avoir produit l'incurvation de fuite de la lumière, agit encore latéralement, par une autre cause organique, pour diriger la tige dans son évolution spirale.

Il est facile de reconnaître, sur une tige courbée par endosmose, que le côté supérieur de la courbe est le plus rigide, sinon le plus nourri; le côté inférieur, resté plus jeune, plus souple, plus vivant en un mot, est le côté actif, celui qui exécute les inflexions du mouvement spiral.

Cette nutrition inégale en diamètre git autant dans la densité que dans le volume des tissus; elle résulte : 1° de la formation des filets ligneux sous-mérithalliens inégaux en densité sur une coupe transversale quelconque, en raison des distances de leurs points d'origine respectifs; 2° du rayonnement inégal en tous sens du tissu cellulaire.

La nutrition plus avancée, que la lumière a pu favoriser sur le côté le plus éclairé de la tige, suit un ordre qui est soumis aux lois de l'organisation et duquel résulte la solidification inégale des différents côtés de cette tige, circonstance révélée par l'excentricité du canal médullaire.

C'est par zones développées en spirale sur les tiges que se produit cette inégalité de densité et d'épaisseur.

L'existence de ces zones est due à la gradation des hauteurs diverses où les filets ligneux qui traversent les mérithalles prennent naissance. Les filets formés par le cambium descendant du mérithalle terminal, par exemple, émanés de plus loin, s'élaborent les derniers dans un mérithalle qui reçoit les faisceaux de plusieurs formations étagées; ils en sont nécessairement les plus jeunes. Mais le point d'exsertion des feuilles étant le centre d'activité des embryons gemmaires, on comprend que, dans une plante à feuilles disposées en spirale, la génération des filets sous-mérithalliens forme ces zones d'inégale densité et d'inégale épaisseur dans le sens même de la spirale des feuilles.

L'endosmose implétive du côté le plus jeune fléchit la tige et fait de ces zones ascendantes plus denses, qui deviennent le côté extérieur de la spirale décrite, les conductrices de l'enroulement. Ces zones, moins souples, opposent à l'enroulement, dans un sens contraire à leur direction, la résistance de leurs arcs-boutants.

Les plantes volubiles à feuilles opposées (1) semblent donner un démenti à cette théorie. Que les paires de feuilles se croisent à angle droit, qu'elles

(1) Je ne crois pas qu'il existe de plantes volubiles à feuilles verticillées.

se déplacent dans les développements ultérieurs par l'interposition progressive de connectif ou de fibres qui dévie l'angle de superposition, comme il arrive en effet, on n'en reste pas moins en présence de deux spirales de sens contraires, dont le nombre seul des feuilles d'un cycle a pu changer. Je suis conduit à admettre que de ces deux spirales antagonistes, l'une est prédominante par l'activité de son élaboration ; ce qui suffit à déterminer l'excès de densité et d'épaisseur dans un seul sens propre aux tiges à feuilles en spirale simple. L'organisation particulière à chaque groupe, à chaque espèce de plantes, donne un caractère, ou constant (*Lonicera*), ou variable (*Loasa*) à celle des deux spirales de tissus denses, dont le degré de rigidité efface l'influence contraire.

Cette inégalité existe, en effet, dans les plantes à feuilles opposées. Elle se lit visiblement dans l'excentricité du canal médullaire ; mais les traces qu'elle laisse dans les tissus n'étant en aucune façon appréciables à la vue dans une coupe longitudinale, le dessin ne saurait les montrer.

Quant à la prédominance d'une spirale de feuilles sur l'autre, elle est surtout évidente dans le Chèvrefeuille des bois (*Lonicera Periclymenum*). Dans cette plante, l'un des bourgeons axillaires opposés avorte constamment, même sur les rameaux non enroulés, et la feuille qui l'abrite se dessèche de bonne heure.

Les idées que je viens d'exposer me permettent maintenant d'expliquer de quelle manière je me rends compte des causes du mouvement révolutif.

A mon avis, le mouvement spiral ou de gyration des liquides ne peut expliquer le mouvement révolutif.

Un premier afflux pourra, si l'on veut, déterminer une endosmose progressive assez puissante pour entraîner l'incurvation successive des différents points de la périphérie d'un méristhème ; mais, une fois le courant établi et une révolution complète accomplie par l'organe, on n'aperçoit pas de raison à la continuation du mouvement. Il faudrait de toute nécessité, il me semble, qu'il y eût une intermittence, une solution de continuité persévérante dans un courant spiral d'une grande amplitude (ce qui est inadmissible) pour que l'impulsion ne s'arrêtât pas. Car si l'endosmose remplit simultanément sur tous les points de l'organe le tissu cellulaire, il y aura, malgré l'existence de courants, équilibre, et par conséquent immobilité.

Si, au contraire, on suppose l'existence d'un antagonisme de tendances entre les tissus cellulaire et fibreux, le mouvement révolutif est plus facile à comprendre.

On sait que le mouvement révolutif n'apparaît qu'à un certain moment du développement d'un organe, pour cesser à un degré plus avancé de ce développement. L'âge de cette apparition coïncide avec le *summum* de l'oxygénation du tissu fibreux, et le mouvement paraît cesser avec le pou-

voir d'oxygénation de ce tissu. Cela n'autorise-t-il pas à penser que le tissu fibreux, incurvable par oxygénation, oppose d'un côté une force au moins égale à l'effort contraire de l'endosmose sur le côté opposé ; et que la mollesse des tissus, jointe à l'afflux incessant des fluides, rendant cet équilibre instable, il en résulte une oscillation continue qui livre successivement la prépondérance à tous les côtés de l'axe ? L'ellipsoïde décrit montre dans son plus grand diamètre l'antagonisme plus fort créé par l'afflux de la lumière, dont il suit le sens.

Dans les tiges, la cause organique qui dirige l'enroulement spiral dirige aussi le mouvement révolutif, qui, dans les vrilles, est abandonné à l'impulsion accidentelle des fluides.

Le mouvement révolutif ne cesse pas pendant la nuit, bien que l'oxygène cesse de se former par la décomposition de l'acide carbonique ; mais les canaux pneumatiques contiennent ou admettent une quantité suffisante du premier gaz pour en fournir sans interruption au tissu fibreux.

Le mouvement révolutifs s'arrête au contraire au soleil ou à une lumière diffuse très vive, et le méristhème qui le manifestait demeure courbé fixement vers la lumière (Dutrochet) ; l'inclinaison vers la lumière ne prouve-t-elle pas que l'endosmose a cessé d'agir sur les deux faces par suite de la transpiration abondante provoquée, en même temps que l'oxygénation du côté directement frappé par la lumière a acquis sa plus grande énergie ?

J'ai observé que si l'on arrête le mouvement révolutif par un obstacle, et qu'après un certain temps on lève cet obstacle, le sommet du rameau en expérience progresse brusquement comme un ressort qui se détend ; ce qui prouve que la tendance à l'incurvation s'est déplacée pendant l'immobilité forcée de l'organe.

L'expérience suivante me paraît démontrer que les phénomènes d'endosmose jouent un rôle dans le mouvement révolutif.

Si l'on met dans l'eau gommée un rameau de tige volubile, de *Convolvulus sepium* par exemple, le mouvement révolutif change de direction et s'arrête après avoir décrit un arc de cercle d'environ 45 degrés. Évidemment il y a là une action d'endosmose déplétive, car l'état de flaccidité des tissus est complet.

Afin de rassembler avec ordre les déductions des faits que j'ai exposés dans ce travail, j'en présenterai le résumé dans les conclusions ci-après :

1° Le mouvement révolutif, la torsion des tiges sur elles-mêmes et l'enroulement des tiges volubiles et des vrilles dépendent de conditions organiques.

2° Le mouvement révolutif spontané des vrilles et des sommets des tiges volubiles, découvert par Dutrochet, mais vaguement attribué par lui à une *force intérieure et vitale*, ce mouvement est un phénomène d'antagonisme oscillant entre l'endosmose implétive du tissu cellulaire et l'implétion

d'oxygène du tissu fibreux ; il est favorisé par la texture et les propriétés des tissus.

3° La torsion des axes des tiges volubiles et non volubiles, et l'enroulement spiral des vrilles, des pétioles et pédoncules cirriformes, des appendices végétaux de toutes sortes, sont deux formes du même phénomène : la torsion par endosmose implétive ou déplétive des tissus à mailles variables en grosseur, selon une multitude de lignes parallèles à l'axe ; cette inégalité de volume des utricules ou fibres n'affectant aucun ordre régulier et constant dans leur disposition, il en résulte une inflexion, un déplacement latéral, dont la tendance à droite ou à gauche n'a aucune fixité.

4° L'enroulement spiral des tiges volubiles, souvent en sens inverse de la torsion, est essentiellement distinct du phénomène de spirulation des organes appendiculaires ou des organes axiles aphyllés, comme les pédoncules ; bien qu'il ait aussi pour agents les tissus élémentaires, il reconnaît pour cause de sa direction constante dans l'un ou l'autre sens, selon les espèces, outre un antagonisme de tendances à l'incurvation des tissus cellulaire et fibreux des systèmes central et cortical, luttant sur deux côtés opposés d'une tige, une solidification des tissus par zones spirales, procédant de la disposition, soit primitive, soit altérée, des organes d'où émane la foliation, concordant dans le premier cas avec une élaboration inégale des deux systèmes opposés.

Ces recherches, je ne me le dissimule pas, auraient besoin d'être approfondies davantage ; mais, obligé de les interrompre peut-être pour longtemps, je les livre, imparfaites qu'elles sont, à l'examen des savants, avec le désir, si mes idées ne sont pas de prime abord condamnées, de voir mes conclusions contrôlées et accréditées par des observateurs plus habiles.

M. le Président annonce à la Société la prochaine publication de nouvelles lettres inédites de Linné à Sauvages, faite par les soins de M. d'Hombres-Firmas fils.

M. Moquin-Tandon rappelle que M. d'Hombres-Firmas père a déjà publié quatorze de ces lettres.

MM. les Secrétaires donnent lecture des communications suivantes adressées à la Société :

NOTES SUR QUELQUES ANOMALIES ET MONSTRUOSITÉS VÉGÉTALES (1),

par M. C. DELAUAUD.

( Brest, novembre 1858.)

**Inflorescence du *Pereskia Bleo*. — Le *Pereskia Bleo* DC., arbris-**

(1) Ces notes étaient accompagnées de dessins dont plusieurs ont été gravés sur la planche qui se trouve jointe au présent numéro.